

ARTICLE DE FOND

Mission sans fin ?

Cécile Ferrari, Professeure à l'Université Paris Diderot

En cette fin d'été 2017, la mission Solstice, troisième phase de la mission Cassini, se termine en apothéose dans un « Grand Finale » à la mesure de la portée à donner à la fin de cette mission incomparable, dédiée à l'étude du système de Saturne. Vingt ans écoulés depuis son lancement en 1997. Et pendant ce temps-là les sondes Voyager courent toujours... Le « Grand Tour » continue.

Quarante ans déjà qu'elles avancent ! Les 5 septembre et le 20 août 1977, les sondes Voyager 1 et Voyager 2 partent pour ce qui s'annonce être le « Grand Tour ». À l'instar de la grande aventure des Cahiers Clairaut qui démarre alors et que nous fêtons dans ce numéro 160 !

Ces missions démarrent dans le contexte d'une concurrence difficile à budget restreint de la NASA, entre la fin des missions lunaires dépensières, la préparation du télescope spatial Hubble et le début du programme des navettes spatiales. Mais l'occasion est unique et trop belle de profiter d'un alignement relatif des planètes géantes du Système solaire pour les visiter toutes en un temps record. Ces occasions-là ne se répètent effectivement que tous les 175 ans et nous sommes alors prêts technologiquement pour une telle aventure. En effet, l'expérience acquise avec les sondes Mariner dans l'exploration de la planète Mars du début des années 70, va être mise au service de la construction des sondes Voyager, de leur instrumentation scientifique, du système de commande et de contrôle d'attitude. Les deux sondes vont être équipées de réserve radioactive de plutonium 238 (environ 4,5 kg) dont la chaleur produite est convertie en puissance électrique, à hauteur de 470 W en début de mission, pour fournir l'énergie nécessaire à leur fonctionnement loin du Soleil, là où des panneaux solaires ne sont plus suffisants. Cette réserve s'amenuise évidemment naturellement à mesure que le temps passe... Mais elle va donner aux sondes une longévité d'une soixantaine d'années dont il faut profiter.

On ne louera jamais assez l'apport de connaissances réalisé par ces deux missions dans la connaissance des planètes géantes, de leurs satellites et de leurs anneaux, jusque-là inconnus ou réduits à des points de lumière, lors de leurs survols de Jupiter, Saturne (les deux entre 1979 et 1981) et d'Uranus (1986) ou de Neptune (1989) par Voyager 2. En 1989, alors que Voyager 2 survole Neptune, que la mission Cassini émerge des esprits et que la sonde Voyager 1 se situe



Fig.1. La sonde Voyager 1. On distingue son antenne de communication de 3,6 m, ses réserves de plutonium (RTG) sur le bras de gauche et la plateforme de télédétection à droite. Crédit: NASA.

à 40 UA du Soleil, force est de constater que les deux jumelles sont en bonne forme, aptes donc à un service prolongé. À l'instar des phases de la mission Cassini vingt ans plus tard, les objectifs scientifiques de mission sont redéfinis et la phase «Voyager Interstellar Mission» débute.

Les sondes vont avoir pour mission désormais de délimiter le Système solaire, de mesurer en tous les cas la limite d'influence du vent solaire, ce flux

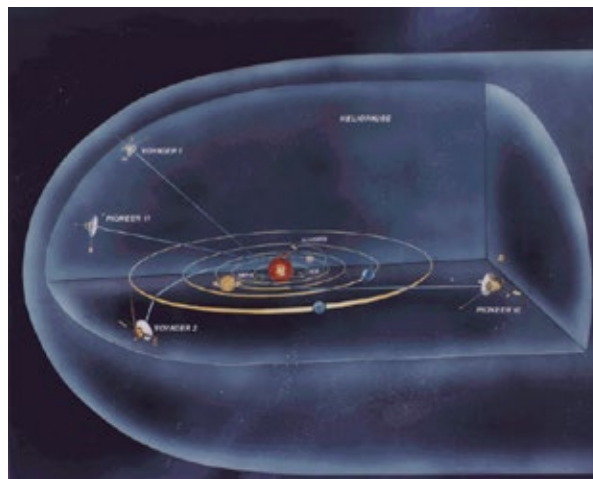


Fig.2. Trajectoires des sondes Voyager, Pioneer.

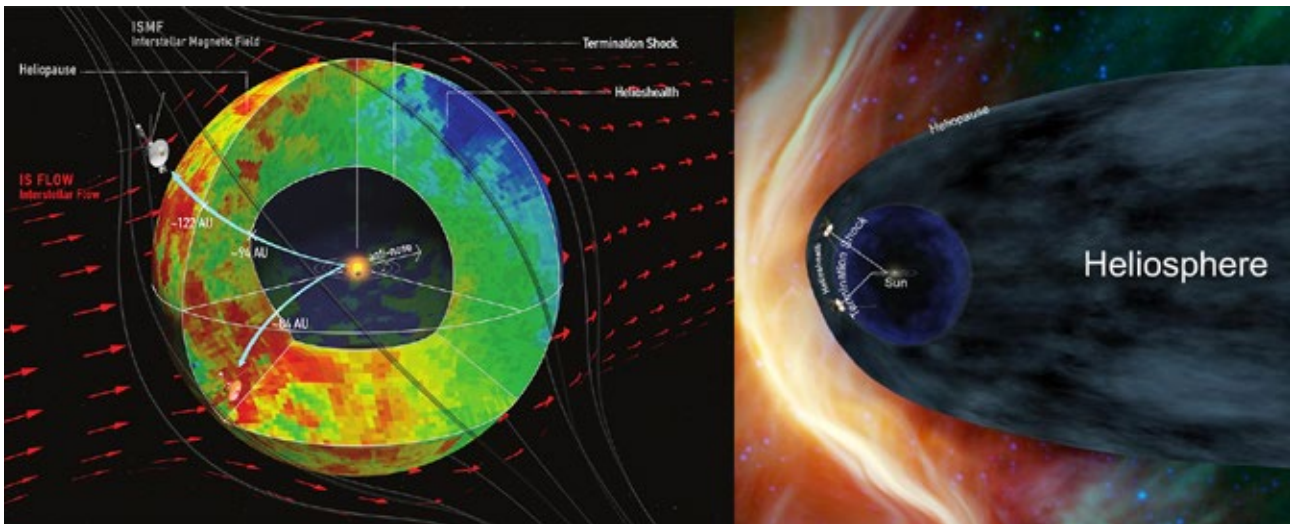


Fig.3. Schéma de modèles de l'héliosphère telles qu'on l'imagine désormais grâce à la Mission Voyager Interstellaire. Le modèle de gauche suggère une héliosphère compacte alors que celui de droite envisage une queue plus étendue. Crédit NASA/Caltech/JPL

d'ions et d'électrons émis par le Soleil à des vitesses supersoniques dans toutes les directions. À l'endroit du choc terminal (en anglais Terminal Shock), ces particules freinées par les particules du milieu interstellaire ralentissent à des vitesses subsoniques. Passé ce choc, elles progressent alors dans l'héliogaine (en anglais Heliohealth) et y déposent beaucoup d'énergie, ce vent est comprimé dans son interaction avec le vent interstellaire et forme l'onde de choc, dont la limite extérieure est l'héliopause. Passée cette limite, la mission des deux sondes sera de caractériser les vents stellaires ici dominants. Le pilotage scientifique est alors désormais assuré par le Département d'hélio-physique de Caltech/JPL.

Quatre instruments fonctionnent encore à la poursuite de ces objectifs, le magnétomètre, la mesure des particules chargées de basse énergie, la mesure des plasmas et celle des rayons cosmiques, qui sont en majorité des protons de haute énergie. Les sondes enregistrent leurs données à bord trois fois par semaine et les renvoie sur Terre six fois par an vers la grande antenne de 70 m de Goldstone ou celles plus petites de Madrid ou Canberra (<https://eyes.nasa.gov/dsn/dsn.html>).

C'est à l'orée des années 2000 que le débat prend de l'ampleur après la publication de résultats contradictoires quant à la position effective de la sonde Voyager 1 dans l'héliogaine. Débat qui sera

clos en 2005, tout le monde s'accordant à dire que le choc terminal a été franchi. Voyager 1 est alors à une distance d'environ 96 UA du Soleil. Voyager 2 entre dans l'héliogaine en 2007 à une distance de 84 UA.

On comprendra par la suite qu'au rythme des éruptions solaires, le vent solaire varie et donc l'héliosphère pulse, entraînant une variation de la position du choc terminal. Les réserves électriques sont en 2007 de 285 W environ.

Le 25 août 2012 les mesures de Voyager 1 montrent que le flux de rayons cosmiques a bien augmenté et qu'à contrario le flux de particules chargées a drastiquement diminué, démontrant que la sonde est désormais dans le milieu interstellaire à quelques 120 UA du Soleil. Elle est actuellement à 140 UA. Un tel phénomène n'est pas encore apparu dans les données de Voyager 2. On s'attend à ce qu'elle atteigne l'héliopause d'ici 2020. Elle est actuellement à 115 UA du Soleil. L'aventure continue donc. On prévoit l'extinction des bougies pour 2025, la fin de la mission, un peu tôt pour fêter les 50 ans ! ■

P.-S. On pourra suivre l'actualité des sondes Voyager à la page <https://voyager.jpl.nasa.gov/> et leur distance, ainsi que les taux de rayons cosmiques, à la page spécifique du site <https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/status/>.